

# Recenti sviluppi nella Teoria dei giochi: l'ingegneria strategica

di Marco Li Calzi

96

**MARCO LI CALZI** ha studiato a Milano e a Stanford (California). È docente di “Metodi Matematici dell’Economia” presso l’Università Ca’ Foscari di Venezia, dove attualmente dirige il Dipartimento di Matematica Applicata. È stato *visiting professor* in Francia, Inghilterra e negli Stati Uniti.



## INTRODUZIONE

La Teoria dei Giochi è una disciplina matematica che studia l’interazione strategica ovvero le situazioni nelle quali i risultati conseguiti da un agente dipendono anche dalle scelte di altri agenti. Per convenzione la data di nascita di questa “Matematica dell’interazione strategica” è collocata nel 1944, in corrispondenza della pubblicazione della prima edizione della monografia *Theory of Games and Econo-*

*mic Behavior* scritta dal matematico John von Neumann e dall’economista Oskar Morgenstern. Questo articolo si propone di illustrare alcune recenti importanti applicazioni (\*).

Nel 1994, in occasione del suo cinquantesimo compleanno, il ruolo della Teoria dei Giochi nelle scienze economiche è stato riconosciuto con il conferimento del premio Nobel per l’Economia a John C. Harsanyi, John F. Nash Jr. e Reinhard Selten “*per la loro pionieristica analisi degli equilibri nella teoria dei giochi non cooperativi*”. La terna dei premiati conferma la tradizione secondo la quale i matematici (di professione o di formazione) sono particolarmente bravi nell’aggiungere l’assenza di un premio Nobel dedicato andandoselo a prendere in altre discipline [1]. Nel 2005, il premio è andato a Robert J. Aumann e a Tho-

mas C. Schelling “*per avere rafforzato la nostra comprensione dei conflitti e della cooperazione attraverso l’uso della teoria dei giochi*”. Mentre questi due riconoscimenti fanno diretto riferimento alla Teoria dei Giochi, le motivazioni di altri due premi Nobel riguardano le sue applicazioni, che raggruppiamo sotto il nome di “ingegneria dell’interazione strategica” [2,3]. Nel 1996, James A. Mirrlees e William Vickrey hanno ricevuto il premio Nobel “*per i loro fondamentali contributi alla teoria economica degli incentivi in condizioni di informazione asimmetrica*”. Almeno altri due laureati Nobel (James Tobin e Robert Aumann) ritengono che *incentivi* sia il modo migliore per sintetizzare in una sola parola di che cosa si occupa la scienza economica [4]. Gli incentivi sono i piani inclinati dell’azione individuale: se non ci sono forze contrarie, le persone sono spinte a muoversi verso la direzione indicata dagli incentivi. Ad

esempio, se un'azienda promette un *bonus* a chi vende 1000 unità, un rappresentante aumenta gli sforzi per raggiungere l'obiettivo e li riduce dopo averlo superato. Se si trovano i giusti incentivi, si può influenzare il comportamento di una persona. Nel 2007, L. Hurwicz, Eric S. Maskin e Roger B. Myerson sono stati premiati "per aver gettato le fondamenta della teoria del *mechanism design*". Questa teoria, nata come diretta applicazione della Teoria dei Giochi, studia come combinare gli incentivi di più persone ovvero come disporre più piani inclinati per ottenere un comportamento collettivo desiderabile [5]. In quanto disciplina formalizzata, fornisce o ispira molti risultati dell'ingegneria dell'interazione strategica. Soprattutto, condivide una motivazione ideale ben catturata nei ricordi autobiografici di Myerson [6]: "quando avevo dodici anni, lessi un classico romanzo di fantascienza che immaginava un futuro dove un'avanzata scienza sociale di natura matematica forniva la guida verso una nuova civiltà utopistica. (...) era naturale, forse, sperare che progressi fondamentali nelle scienze sociali potessero aiutarci a trovare modi migliori per affrontare i problemi del mondo."

Per comodità, articoliamo la presentazione dell'ingegneria dell'interazione strategica in quattro aree (mercati, contratti, conflitti, e istituzioni); tuttavia, invitiamo il lettore a non dedurne alcuna tassonomia.

### INGEGNERIA DEI MERCATI

In questa sezione descriviamo tre casi in cui l'ingegneria dell'interazione strategica è stata applicata con successo alla progettazione dei mercati (*market design*), seguendo da vicino il resoconto di Alvin E. Roth che ne è uno dei protagonisti [7]. Al termine, facciamo un rapido cenno ad altre tre applicazioni particolarmente importanti.

Negli U.S.A., il primo impiego di un laureato in Medicina lo vede specializzando presso un ospedale. Le attività di specializzazione forniscono agli ospedali manodopera a basso costo, costituiscono parte integrante della formazione medica ed esercitano un'importante influenza sulla carriera dei futuri medici. Fino al 1945, per assicurarsi i migliori specializzandi, gli ospedali cercavano di assumerli prima degli altri. Questo incentivo ad anticipare l'assunzione condusse ad una situazione in cui alcuni specializzandi erano assunti quasi due anni prima della laurea, prima che le effettive capacità ed i genuini interessi del candidato potessero essere manifesti. Dopo alcuni tentativi infruttuosi, nel 1952 l'*American Medical Association* (AMA) pose rimedio a questa palese assurdità instaurando un mercato nazionale centralizzato oggi noto come *National Resident Matching Program* (NRMP).

Ecco come funziona l'NRMP. Gli studenti fanno domanda agli ospedali per una posizione e gli ospedali intervistano i candidati. Successivamente, invece di procedere per trattativa individuale, tutti gli studenti e gli ospedali sottomettono le loro preferenze ad un ufficio centrale che utilizza uno specifico algoritmo (pubblicamente noto) per calcolare l'abbinamento migliore su scala nazionale. Il risultato è *stabile* [8, 9], nel senso che studenti ed ospedali non hanno ragione per ignorare le sue raccomandazioni. Quindi, l'abbinamento proposto dall'algoritmo risulta nell'interesse di tutti.

Recentemente, l'NRMP è stato messo in crisi da trasformazioni sociologiche e tecnologiche. Mentre negli anni '50 quasi tutti gli specializzandi erano uomini senza vincoli familiari, oggi è assai comune il caso in cui due candidati abbiano ragioni affettive che li inducono a cercare lavoro in ospedali o città vicine fra loro. Al contempo, l'a-

pertura di nuove specializzazioni ha creato posizioni ibride in cui un neo-laureato è assunto contemporaneamente da due reparti distinti. L'AMA ha dunque chiesto agli ingegneri dell'interazione strategica di costruire un nuovo algoritmo che tenesse conto della mutata realtà. Questo è entrato in vigore nel 1998 e da allora è stato adottato in quasi quaranta diversi mercati centralizzati (fra i quali non ci risulta l'Italia).

Le buone idee hanno le gambe lunghe. Un algoritmo simile è usato in Turchia per coordinare l'accesso per numero chiuso all'istruzione universitaria pubblica su scala nazionale, con risultati eccellenti: agli studenti più bravi è offerta genuina possibilità di scelta fra i migliori Atenei, senza costringere questi ad ammettere chiunque. Nel nostro Paese, invece, non si riesce nemmeno a coordinare l'uso del test d'ammissione nazionale ai corsi di laurea in Medicina per generare una graduatoria unica: a parità di punteggio, si può restare esclusi o meno a seconda della sede in cui si è sostenuto l'esame. Ma guardiamo un caso specifico.

Nella città di New York, ogni anno, più di 90.000 studenti devono essere distribuiti su oltre 500 scuole superiori. Prima dell'intervento degli ingegneri strategici, il sistema prevedeva che ogni studente fornisse un elenco di non più di cinque scuole di sua preferenza. Sulla base delle liste fornite, le scuole decidevano chi ammettere, chi mettere in lista d'attesa e chi scartare. Ogni scuola scriveva ai suoi candidati preferiti, che decidevano se accettare o no. Dopo il primo giro di proposte e risposte, il processo era ripetuto due volte per cercare di riempire i posti inevitabilmente rimasti liberi mediante il ricorso alle liste d'attesa. Al termine del terzo giro di proposte e risposte, gli studenti non ancora assegnati erano distribuiti d'ufficio secondo il distretto

scolastico d'appartenenza. Quanto il sistema fosse inefficiente, lo dicono i numeri: non più di 50.000 dei 90.000 studenti ricevevano un'offerta al primo giro e, soprattutto, circa 30.000 finivano assegnati d'ufficio ad una scuola che non era fra le cinque della loro lista di preferenza. Dopo l'adozione di un nuovo algoritmo nel 2003, gli studenti assegnati d'ufficio sono scesi a 3.000 ed è molto aumentato il numero degli studenti che ottengono la loro prima o seconda scelta.

Il nostro ultimo esempio ritorna in area medica ma questa volta riguarda direttamente le vite umane. Il trapianto di un rene è il trattamento d'elezione per le insufficienze renali croniche, ma il numero di reni disponibili per trapianti è molto inferiore al necessario. Negli U.S.A. ci sono oltre 70.000 pazienti in lista d'attesa per ricevere un rene espantato da un donatore defunto, ma nel 2006 sono stati eseguiti meno di 11.000 operazioni. Durante lo stesso anno, circa 5.000 pazienti in attesa sono morti o si sono talmente aggravati da diventare inoperabili. Situazioni analoghe esistono in tutti i Paesi occidentali. Poiché un solo rene è sufficiente per mantenere una persona in buona salute, un modo ovvio per aumentare l'offerta di reni trapiantabili è incoraggiare il ricorso a donatori in vita. (Fra l'altro, questa forma di donazione aumenta di molto l'aspettativa di vita post-trapianto.) Purtroppo, non basta che un paziente trovi un parente od un amico disposto ad aiutarlo: la compatibilità fra un donatore ed un ricevente dipende dal gruppo sanguigno e dal profilo antigenico. Se un paziente trova un donatore incompatibile, non si può dare corso al trapianto. Fino al 2004, l'unico espediente trovato per alleviare il problema era lo *scambio dei donatori* fra due coppie di pazienti-donatori incompatibili. Supponiamo che il paziente A abbia trovato un donatore X ed il pa-

ziente B abbia trovato un donatore Y, ma che ci sia incompatibilità fra A ed X e fra B e Y: se X è compatibile con B e Y con A, si possono comunque eseguire i trapianti con uno schema incrociato. Come si intuisce, non è facile organizzare questo genere di scambi. Ad esempio, fino al termine del 2004, in tutti i 14 centri specializzati del New England (un'area corrispondente al Nord-Est degli Stati Uniti) erano stati eseguiti solo 5 trapianti incrociati.

L'idea degli ingegneri strategici fu di organizzare un *database* centralizzato per i 15 ospedali del New England e costruire un algoritmo per rintracciare tutte le opportunità di organizzare trapianti incrociati. (Lo schema è poi confluito nell'*Alliance for Paired Donation*, un'organizzazione no-profit riconosciuta dal governo americano.) Rapidamente emersero due semplici idee matematiche, che hanno ulteriormente aumentato il numero dei trapianti. La storia è affascinante, se si tiene conto che ciascuna di queste idee si è direttamente tradotta in vite salvate. Immaginiamo ogni coppia paziente-donatore come un nodo in un grafo diretto. La presenza di un collegamento dal nodo A-X al nodo B-Y indica che X può donare a B. Uno scambio di donatori fra le coppie A-X e B-Y è possibile se questi due nodi formano un ciclo. Dunque, se un algoritmo rintraccia un ciclo di 2 nodi all'interno del *database* formato da tutte le coppie paziente-donatore, è possibile organizzare due trapianti scambiando i donatori. Ed ecco la prima idea: per aumentare il numero di trapianti possibili, basta cercare cicli di qualsiasi lunghezza all'interno del *database*. Se un algoritmo trova un ciclo di lunghezza  $n$ , si possono organizzare  $n$  trapianti in cui ciascuno degli  $n$  donatori cede il rene al paziente della coppia successiva seguendo il ciclo determinato.

La seconda idea sfrutta l'algoritmo per creare nuovi incentivi. Com'è ovvio, la

probabilità di successo aumenta se al *database* si aggiunge un "buon samaritano", ovvero un donatore potenziale che offre la sua disponibilità per puro altruismo ma non è legato da vincoli di parentela o amicizia con un paziente in attesa di trapianto. I buoni samaritani esistono, ma sono rari: non sono molte le persone disposte a donare un rene per salvare la vita di uno sconosciuto. Certamente ne troveremo qualcuna di più se riuscissimo a fare emergere compiutamente l'effettiva utilità del loro gesto. Ed ecco la seconda idea: dal punto di vista matematico, un "buon samaritano" Z può essere rappresentato come un nodo iniziale, che punta verso il nodo A-X se c'è compatibilità fra Z ed A. Il numero di nodi della *catena* di massima lunghezza originata da Z rappresenta il numero massimo di trapianti che l'altruismo di Z può generare. Quindi, ad un potenziale buon samaritano si può illustrare quale sia il vero numero di trapianti (mai minore di uno!) che la sua generosità renderebbe possibili. Questo inclina il piano e crea un incentivo più forte, perché le persone disposte a donare un rene per altruismo scoprono che possono salvare più di una sola vita. Ad esempio, nel Marzo 2009, l'*Alliance for Paired Donation* ha annunciato di aver completato una catena di dieci trapianti iniziata da un buon samaritano di nome Matt. Chiamiamo citando le tre aree che attualmente costituiscono le applicazioni principali dell'ingegneria dei mercati. La prima concerne la progettazione delle aste con cui sono messe in vendita le frequenze radio per la telefonia mobile, che finora hanno complessivamente generato ricavi molto superiori alle attese [10]. Ad esempio, nel caso dell'assegnazione delle frequenze per l'UMTS nel 2000, i ricavi in Gran Bretagna ed in Germania sono stati di oltre 600 euro pro capite. Da un punto di vista matematico, il principale

problema aperto è la ricerca di una procedura efficace per gestire la complessità combinatoriale creata dalla possibilità di acquistare pacchetti anziché singole licenze [11]. La seconda area studia l'organizzazione dei quattro mercati principali (generazione, trasmissione, distribuzione, offerta) in cui è stato organizzato il settore elettrico in seguito alla sua deregolamentazione [12]. La terza area si occupa della progettazione di mercati per la riduzione delle emissioni inquinanti, fra i quali il maggiore esempio transnazionale è l'*Emission Trading Scheme* dell'Unione Europea [13].

### INGEGNERIA DEI CONTRATTI

In questa sezione descriviamo tre ambiti ed alcuni esempi in cui l'ingegneria dell'interazione strategica è stata applicata alla progettazione dei contratti [14], in particolare nell'ipotesi che le parti non abbiano accesso alle medesime informazioni. Com'è nella tradizione giuridica continentale, qui usiamo *contratto* nell'accezione ampia di un accordo fra due o più soggetti che può produrre effetti giuridici solo se il suo oggetto è verificabile da una terza parte. Per semplicità, ci limitiamo a contratti bilaterali.

Il primo caso sorge quando una parte non può osservare le azioni intraprese dalla controparte (problema delle "azioni nascoste"). L'esempio tipico è il contratto di lavoro professionale, dove per il committente è impossibile tenere sotto osservazione l'intera attività lavorativa del professionista. Se il compenso non dipende dai risultati, questo induce nel secondo l'ovvia tentazione di ridurre i suoi sforzi e attribuire i modesti risultati alle avverse condizioni di mercato o ad altre cause indipendenti dalla sua volontà. D'altra parte, se il compenso dipende in modo troppo stretto dai risultati, il professionista rischia di vedersi attribuite decurtazioni di stipendio per fatto-

ri di cui non è colpevole. Se il rischio di queste variazioni fosse troppo elevato, il professionista preferirebbe rifiutare la commessa e cercarne un'altra con condizioni contrattuali migliori. Il problema caratteristico che occorre risolvere è trovare la miscela migliore fra la componente fissa e quella variabile del compenso, in modo da stimolare opportunamente il lavoro del professionista senza rischiare di imporgli penalità troppo elevate. Le soluzioni possibili coprono una gamma molto vasta: dagli avvocati che subordinano il loro (lautissimo) compenso al raggiungimento di un verdetto favorevole, agli investigatori privati che esigono una retribuzione fissa e la copertura delle spese.

Il problema delle azioni nascoste diventa tanto più difficile quanto più è incerto l'ambiente in cui il professionista deve operare e quanto più è ampio l'ambito delle sue responsabilità. Ad esempio, la recente crisi dei mercati finanziari ha portato alla ribalta le enormi dimensioni dei *bonus* attribuiti a banchieri e operatori di borsa. Da una parte, questi *bonus* trovano ragione nella necessità di indurre gli operatori a prendere ragionevoli rischi; dall'altra, se a fronte di un potenziale aumento della retribuzione non esistono correttivi in caso di fallimento, gli incentivi finiscono per essere distorti e conducono ad un numero eccessivo di rischi. È opinione comune che in questo campo i contratti non siano stati ben progettati, anche se va riconosciuto quanto sia difficile la loro calibrazione. Chi legge forse ricorda le critiche altrettanto accese mosse all'uso eccessivo delle *stock options* subito dopo lo scoppio della bolla speculativa delle *dot.com* nel 2001.

Il secondo caso corrisponde alla situazione in cui una parte non ha accesso ad alcune informazioni disponibili alla controparte (problema delle "informazioni nascoste"). L'esempio

tipico è il contratto di assicurazione sulla salute, che la compagnia deve offrire senza conoscere quale sia il vero stato di salute dell'assicurato. Ad esempio, supponiamo che ci siano due classi di clienti: il tipo A è soggetto ad ammalarsi facilmente, mentre il tipo B non corre questo rischio. (Ciascun cliente conosce il suo tipo.) Se il prezzo della polizza è tarato a metà fra i due tipi, i clienti di tipo A trovano il prezzo conveniente e comprano la polizza, mentre i clienti di tipo B la declinano perché troppo costosa. Ne segue che il contratto è sottoscritto solo dai clienti di tipo A e dunque, dal punto di vista della compagnia, non risulta profittevole. Una soluzione tipica per questo problema consiste nell'offrire un menù di polizze che induca ogni tipo a scegliere quella che bilancia le sue esigenze di copertura assicurativa con un'equa aspettativa di profitto per la compagnia. Da qui, ad esempio, l'uso di offrire polizze con franchigie diverse: presumibilmente, i clienti di tipo A che sono maggiormente soggetti ad ammalarsi preferiscono pagare di più per avere una franchigia più piccola. Se il menù è ben congegnato, è il cliente stesso (sulla base delle sue informazioni) ad autoselezionarsi.

In generale, i problemi legati ad informazioni nascoste possono sovrapporsi a quelli dovuti ad azioni nascoste. Ad esempio, considerate il noleggio di un'auto: l'opzione fra una copertura assicurativa integrale o parziale rivela l'informazione sull'abilità alla guida del noleggiante; tuttavia, ben poco può fare contro il rischio che questi agisca usando uno stile di guida diverso quando il mezzo non è di sua proprietà. Queste complicazioni, nei casi più importanti, sono rubricate come *conflitto di interessi*. L'ingegneria dei contratti fornisce le tecniche per eliminare o quantomeno arginare alcuni di questi conflitti.

Il terzo ed ultimo caso considerato in questa sezione è la progettazione di schemi per la selezione dei migliori, noti in letteratura come “tornei”. Un buon esempio è la ricerca del prossimo amministratore delegato fra i manager di un’azienda. Il comitato incaricato della selezione sovente mette in competizione fra loro i candidati, promettendo implicitamente che agli sforzi di tutti corrisponderà un premio significativo soltanto per uno o pochi. Questo genere di contratto non scritto può esercitare un’influenza potente sulle persone coinvolte, accrescendo i loro sforzi (se ritengono di poter essere prescelte) oppure annullandoli (se si ritengono fuori dalla partita). Un terzo effetto, meno ovvio, discende dal fatto che sovente la competizione è vinta da chi ottiene il risultato migliore in termini relativi. Quindi, se gli incentivi non sono attentamente calibrati, c’è il rischio che i concorrenti dedichino più energie a danneggiare gli avversari che a cercare di far del loro meglio. Una delle lezioni principali dell’ingegneria strategica è che un incentivo individuale a fare più degli altri può trasformarsi in un incentivo collettivo che fa stare (tutti) peggio. Bilanciare questo rischio richiede molta abilità.

#### INGEGNERIA DEI CONFLITTI

L’ingegneria dell’interazione strategica è stata applicata anche nella risoluzione dei conflitti, soprattutto per la ricerca di procedure di composizione equa. Vediamo alcuni esempi, limitandoci per semplicità a conflitti bilaterali.

Supponiamo che due persone (A e B) debbano dividersi una torta. La composizione della torta non è omogenea e le due persone hanno gusti diversi. Mentre A è particolarmente attratta dai pezzetti di cioccolato vicini al centro della torta, B è molto più sensibile alla panna. Una procedura nota già

nella Bibbia è data da un semplice algoritmo chiamato “*tu tagli, lui sceglie*”: uno dei due agenti divide la torta in due parti e l’altro sceglie quale preferisce. Se i giocatori agiscono razionalmente, si dimostra che l’esito di questa procedura soddisfa due importanti proprietà. La prima si chiama *efficienza*: non ci sono altri modi di suddividere la torta che siano migliori per entrambi; quindi non vanno sprecate ovvie opportunità di far meglio. La seconda si chiama *assenza d’invidia*: ciascuno dei due agenti riceve una fetta che per lui vale più dell’altra e dunque non invidia l’altro.

Una critica mossa a questo algoritmo è che, quando gli agenti conoscono le reciproche preferenze, chi taglia risulta avvantaggiato. Se è A ad essere incaricato del taglio, questi può calibrare la quantità di panna e cioccolato nelle fette 1 e 2 in modo che egli preferisca di gran lunga la prima e invece B sia quasi indifferente (ma preferisca la seconda). In questo caso, B si trova chiamato a scegliere fra due fette che gli piacciono quasi allo stesso modo, mentre A ottiene una fetta che gli piace molto di più. Nel caso di problemi con due persone, esistono tecniche per risolvere questo problema: una possibilità è mettere all’asta il diritto di proporre la divisione. Chi sa giocare a “briscola chiamata” non si meraviglierà che si possa mettere all’asta anche un diritto: nel 193 d.C. la guardia pretoriana mise all’asta addirittura l’impero Romano. Vedremo sotto un’applicazione della stessa idea in ambito sportivo. La divisione di una torta è un esempio rappresentativo per la più ampia classe dei problemi di suddivisione di una proprietà comune fra due o più persone [15]. Tipiche situazioni in cui sorgono questi problemi sono i casi di divorzio (soprattutto in regime di comunione di beni) oppure quelli di scioglimento di una società. Un film come *La guerra dei Ro-*

*ses* è sufficiente per descrivere di quanta tensione si possano caricare questi problemi. Vi sono esempi ancora più drammatici, in cui l’esito della ripartizione influenza direttamente le vite di milioni di persone: si pensi alla divisione di Berlino in quattro zone d’influenza al termine della seconda guerra mondiale oppure alla suddivisione dello stato di Bosnia-Erzegovina in due entità politiche federate ma separate (una a maggioranza bosniaca e croata, l’altra a maggioranza serba) nel 1995, al termine di una guerra sanguinosa durata tre anni e mezzo.

Il compito principale dell’ingegneria dei conflitti è suggerire procedure ragionevoli con cui costruire queste divisioni, ovvero di progettare algoritmi che rispettano due generi di criteri. I primi sono requisiti di buon senso: un buon algoritmo deve produrre un risultato efficiente o privo d’invidia, evitando che qualcuno possa trarre indebito vantaggio da eventuali menzogne. Gli altri criteri sono più squisitamente algoritmici, quali la garanzia che l’algoritmo trovi una soluzione in un numero finito di passi. (I matematici provano l’esistenza della soluzione, gli ingegneri devono trovarla!). Recentemente, settimanali di informazione come *l’Economist* cominciano a parlare di *robo-avvocati* che possono fornire una consulenza patrimoniale automatizzata in caso di divorzio [16]. Più modestamente, il matematico Francis Edward Su ha reso disponibile sul suo sito un *applet* (Fair Division Calculator 3.0) che, sulla base delle preferenze da questi dichiarate, calcola un’equa suddivisione di uno o più oggetti fra più persone.

Chiudiamo questa sezione con altri due esempi che illustrano l’ampiezza dell’ambito di applicazione dell’ingegneria dei conflitti. Nel campionato di football americano, se al termine dei tempi regolamentari una partita termina in parità, si va ai tempi supple-

mentari e vince chi segna per primo (una regola simile, detta *golden gol*, si applica nella Coppa del Mondo FIFA di calcio.) All'inizio dei tempi supplementari, il lancio di una moneta decide quale squadra ha il possesso della palla. Questo dettaglio ha un'importanza enorme. Fra il 2000 ed il 2007, ben 37 delle 124 partite chiuse in parità sono state decise da una meta segnata durante la prima azione dalla squadra che ha iniziato in possesso di palla. In altre parole, l'esito del semplice lancio di una moneta ha deciso quasi il 30% delle partite! Considerato che ci sono ottime ragioni (atletiche e televisive) per non rinunciare al *golden gol*, esiste un modo per ridurre l'alea della vittoria? Una proposta che ha acceso il dibattito fra gli ingegneri dei conflitti è stata avanzata nel 2002 da Chris Quanbeck, ingegnere elettrico (coincidenza o *forma mentis*?) e tifoso dei Green Bay Packers, che ha suggerito di mettere all'asta la posizione iniziale del pallone [17]. Parafrasando il gergo calcistico, invece di mettere la palla del calcio d'inizio a centrocampo, si chiede a ciascuna squadra di quanto è disposta ad arretrare e si assegna il possesso di palla a quella che è disposta ad accettare una distanza maggiore dalla porta avversaria. Questa procedura ovviamente diminuisce il vantaggio associato con il possesso di palla. Vedremo se questa innovazione raggiungerà i campi di gioco.

L'ultimo esempio suggerisce che la procedura può essere importante almeno quanto il risultato. L'arbitrato è un procedimento stragiudiziale in cui due parti in conflitto incaricano un arbitro di risolvere la loro controversia. Nella sua formulazione tipica, il procedimento è molto simile a quello reso popolare dalla trasmissione televisiva *Forum*, andata in onda dal 1985 fino ad oggi. Ciascuna delle due parti presenta il suo caso e, dopo un ampio dibattito, l'arbitro produce la sua sen-

tenza che le parti sono tenute a rispettare. La popolarità del programma è legata alla passione con cui le parti difendono le loro ragioni, ulteriormente rinfocolate dalle interviste che la conduttrice del programma abilmente conduce fra il pubblico. Anche se al termine del processo il lodo arbitrale chiude la controversia, la procedura tende ad estremizzare le posizioni perché ciascuna delle parti coinvolte cerca di presentare al meglio il suo caso. Questo surriscalda gli animi e contribuisce ad alzare lo *share*, ma conduce ad un clima dove la sentenza arbitrale è accolta di mala grazia. Dal punto di vista dell'ingegneria dei conflitti, è naturale chiedersi se non ci sia un modo di condurre l'arbitrato che contribuisca ad avvicinare le posizioni invece che a divaricarle. Una semplice risposta è di modificare la procedura: ciascuna delle due parti presenti la propria proposta di composizione della controversia ed il giudice scelga fra le due soluzioni quella che ritiene migliore. La procedura tradizionale inclina il piano nella direzione di "*gridare più forte per farsi dare ragione*"; la procedura alternativa, invece, lo inclina nella direzione di "*trovare la soluzione più ragionevole*". Se aggiungiamo l'osservazione che le parti in causa hanno spesso informazioni migliori dell'arbitro sulle loro preferenze o altre circostanze accessorie rilevanti per il giudizio, la procedura alternativa può funzionare meglio. L'esempio più noto in cui essa è comunemente applicata sono le controversie sui principeschi compensi ai giocatori del campionato U.S.A. di baseball. Merita menzione anche che, dopo essere stata introdotta nella legislazione cilena nel 1979 per la contrattazione collettiva sui salari, questa forma di arbitrato si è rivelata così efficace da restare in vigore per tutti i governi successivi (inclusa la dittatura di Pinochet).

## INGEGNERIA DELLE ISTITUZIONI

L'ultima delle quattro aree in cui abbiamo suddiviso l'ingegneria dell'interazione strategica è la progettazione delle istituzioni. Tornando all'ispirazione originale avvertita da Myerson quando era dodicenne, il problema generale è disegnare istituzioni che promuovano comportamenti socialmente desiderabili. La teoria del *mechanism design* è esplicitamente rivolta a questo scopo. Ci limitiamo a segnalare l'eccellente presentazione scientifica fornita dal Comitato per il Premio Nobel [18] e a presentare due esempi che speriamo solletichino la curiosità del lettore.

Un noto risultato della letteratura che analizza le istituzioni elettorali è il Teorema di Gibbard e Satterthwaite, secondo il quale non esiste nessun sistema che incarni compiutamente tutti i requisiti tradizionalmente associati alla nozione di democrazia [19]. Questo risultato può essere interpretato in modi diversi. I pessimisti ne traggono la conclusione che l'ideale della democrazia non è raggiungibile; gli ottimisti che dobbiamo cercare di approssimarlo quanto meglio sia possibile. Questo secondo atteggiamento ha incoraggiato gli ingegneri delle istituzioni elettorali a proporre e studiare nuovi meccanismi di voto. Ricordiamo fra gli antesignani il metodo del matematico Charles Lutwidge Dodgson (1832-1898), meglio noto per le sue opere non matematiche sotto lo pseudonimo di Lewis Carroll. Vediamo due proposte recenti.

Il *voto per approvazione* è stato proposto per la prima volta nel 1971 nella tesi di dottorato di Robert Weber a *Yale University*. Dato l'insieme dei candidati, ciascun elettore vota ("approva") tutti i candidati che desidera. In altre parole, invece di votare per un solo candidato, ne può approvare più di uno. Risulta eletto il candidato che riscuote il maggior numero di appro-

vazioni [20]. Lo scopo principale di questo metodo è di fare emergere il candidato che riscuote il maggior numero di consensi, anche qualora questo non sia la prima scelta di un ampio gruppo. Il metodo non è esente da imperfezioni (come impone il teorema di Gibbard e Satterthwaite) ma ottiene il suo scopo principale abbastanza bene ed è stato adottato nel 1996 come procedura ufficiale per l'elezione del Segretario generale della Nazioni Unite.

Ci sono situazioni in cui un comitato si riunisce ripetutamente per prendere numerose decisioni, ma queste hanno importanza diversa per i membri del comitato. Ad esempio, il Consiglio dell'Unione Europea può trovarsi a decidere su questioni rilevan-

ti soltanto per alcuni stati dell'Unione. Quando tutti votano su tutto, però, è ragionevole supporre che un agente non sia ugualmente coinvolto in tutte le votazioni. Ad esempio, possiamo ritenere che l'Austria prenda a cuore la pesca marittima con la stessa attenzione delle politiche alpine? In questi casi, sembra auspicabile trovare un modo per consentire agli agenti di concentrare i loro voti sulle decisioni che ritengono più importanti e sulle quali hanno presumibilmente opinioni maggiormente meditate. Alessandra Casella [21] ha proposto di introdurre l'uso dei *crediti elettorali*: prima di ogni votazione, un agente dichiara se intende rinunciare a votare; se rinuncia, acquisisce un credito che può spendere in una

## NOTA

[\*] La *Teoria dei Giochi* porta un nome "difficile". Esso si presta a fraintendimenti: i giochi ludici non ricadono nel suo ambito. È difficile da aggettivare: gli inglesi se la cavano con un prosaico *game-theoretic*, in italiano ci si arrangia con *strategico*. Ma soprattutto annebbia l'inevitabile ossimoro che è l'oggetto di questo articolo, la *Teoria dei Giochi applicata*.

votazione successiva, dove il suo voto varrà il doppio. Ad esempio, se l'Austria rinuncia a votare sulla pesca marittima, può guadagnare un secondo voto da usare in materia di politiche alpine. La proposta è molto recente e non ci sono note situazioni in cui sia già stata adottata. ■

## BIBLIOGRAFIA

- Basile e M. Li Calzi, "Chi ha detto che un matematico non può vincere il premio Nobel?" in M. Emmer (a cura di), *Matematica e Cultura 2000*, Springer, 2000, pp. 109-120.
- R.J. Aumann, "Game engineering" in S.K. Neogy, R.B. Bapat, A.K. Das e T. Parthasarathy (a cura di), *Mathematical Programming and Game Theory for Decision Making*, World Scientific 2008, pp. 279-286.
- A.E. Roth, "The economist as engineer: game theory, experimentation, and computation as tools for design economics" in *Econometrica* 70, 2002, pp. 1341-1378.
- R.J. Aumann, "War and peace" in *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103, 2006, pp. 17075-17078. Trad. it. in: *La matematica nella società e nella cultura* 1, 2008, pp. 93-105.
- M. Li Calzi, "Matematica e sincerità" in M. Emmer (a cura di), *Matematica e Cultura 2010*, Springer, di prossima pubblicazione.
- R.B. Myerson, *Autobiography*, 2007, <http://nobelprize.org>.
- A.E. Roth, "What have we learned from market design?" in *Economic Journal* 118, 2008, pp. 285-310.
- D. Gale e L. Shapley, "College admission and the stability of marriage" in *American Mathematical Monthly* 69, 1962, pp. 9-15.
- M. Li Calzi e M.C. Molinari, "Il gioco delle coppie" in M. Emmer (a cura di), *Matematica e Cultura 2006*, Springer, 2006, pp. 51-58.
- P. Milgrom, *Putting auction theory to work*, Cambridge University Press, 2004.
- P. Cramton, Y. Shoham e R. Steinberg, *Combinatorial auctions*, The MIT Press, 2006.
- R. Wilson, "Architecture of power markets" in *Econometrica* 70, 2002, pp. 1299-1340.
- A. D. Ellerman e B.K. Buchner, "The European Union emissions trading scheme: Origins, allocation, and early results" in *Review of Environmental Economics and Policy* 1, 2007, pp. 66-87.
- P. Bolton e M. Dewatripont, *Contract theory*, The MIT Press, 2005.
- S.J. Brams e A.D. Taylor, *Fair division: From cake-cutting to dispute resolution*, Cambridge University Press, 1999.
- "March of the robolawyers" in *The Economist* del 9 marzo 2006.
- T. Hartford, "Flipping Awful: Why the NFL should replace the overtime coin toss with an auction system" in *Slate Magazine* del 29 gennaio 2009.
- AA.VV., "Mechanism design theory: scientific background", 15 ottobre 2007, <http://nobelprize.org>.
- M. Li Calzi, "Matematica ed esercizio della democrazia: l'urna di Pandora" in: M. Emmer (a cura di), *Matematica e Cultura 2002*, Springer, 2006, pp. 97-107.
- S.J. Brams, *Mathematics and democracy: designing better voting and fair-division procedures*, Princeton University Press, 2008.
- Casella, "Storable votes" in *Games and Economic Behavior* 51, 2005, pp. 391-419.